

Обладая определенными упругими свойствами, полимерные элементы в конструкции способны поглощать энергию колебаний. В данном случае рассеивание энергии колебаний деталей и узлов происходит по двум направлениям:

- рассеивание энергии колебаний в материале детали (внутреннее трение);
- рассеивание энергии колебаний в месте контакта сопрягаемых поверхностей деталей (внешнее трение).

Большая часть энергии динамических нагрузок, воспринимаемых прессовым соединением, передается упругому материалу и затем рассеивается внутри самой конструкции.

В итоге в конструкции с поджатым упругим слоем величина напряжений и деформаций в поверхностном и подповерхностном слоях охватываемой металлической детали предположительно меньше, чем при взаимодействии «металл-металл».

## Список литературы

1. Эксплуатационная эффективность бумагоделательных машин и вариативность системы их ремонта : автореферат дис. ... доктора технических наук : 05.21.03 / Ижевский гос. техн. ун-т. - Ижевск, 1998. - 32 с.
2. Прочность, устойчивость, колебания// Справочник в трех томах. –Т.2/ Под редакцией И.А. Биргера и Я.Г. Пановко– М.: Машиностроение, 1968. - 463 с.
3. Осипов Ю.К. Повышение качества прессовых соединений типа «тонкостенная втулка-корпус» //Главный механик.- №5.-2010.- С.50-57.
4. Куцубина Н.В. Теория и практика оценки технического состояния трубчатых валов бумагоделательных машин: монограф./ Н.В. Куцубина.- Екатеринбург: Уральск. гос. лесотехн. ун-т.- 2016. - 132 с.

---

УДК 676.017

## МЕТОД ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ СМАЗКИ ПОДШИПНИКОВ СУШИЛЬНОЙ ЧАСТИ

**Парфенова Виолетта Романовна,**  
студент, ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,  
г. Екатеринбург, E-mail: [vita.parf@mail.ru](mailto:vita.parf@mail.ru)

**Микушина Валентина Николаевна,**  
аспирант, ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,  
г. Екатеринбург, E-mail: [mikushina vn ventrauf@mail.ru](mailto:mikushina_vn_ventrauf@mail.ru)

**Сиваков Валерий Павлович,**  
д-р техн. наук, профессор,  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,  
г. Екатеринбург, E-mail: [sivakov@usfeu.ru](mailto:sivakov@usfeu.ru)

**Ключевые слова:** сушильный цилиндр, температура, теплопередача, теплоизоляция, торцевые крышки, циркуляционная смазка.

**Аннотация.** Система циркуляционной смазки сушильных цилиндров имеет разветвленную пространственную конструкцию с теплообменником для снижения температуры. При сокращении тепловых потерь при контактной сушке бумаги будет уменьшаться температура распределительных и отводных трубок. Для этого необходимо установить теплоизоляцию торцевых крышек сушильных цилиндров.

# METHOD OF PROVIDING THERMAL REGIME OF THE CIRCULATION LUBRICATION DRYER SECTION

Parfenova Violetta Romanovna,  
student of Ural State Forest Engineering University,  
Yekaterinburg, E-mail: [vita-parf@mail.ru](mailto:vita-parf@mail.ru)

Mikushina Valentina Nikolaevna,  
post-graduate student Ural State Forest Engineering University,  
Yekaterinburg, E-mail: [mikushina\\_vn\\_ventrauf@mail.ru](mailto:mikushina_vn_ventrauf@mail.ru)

Sivakov Valeriy Pavlovich,  
holder of an Advanced Doctorate in Engineering Sciences, professor  
Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, E-mail: [sivakov@usfeu.ru](mailto:sivakov@usfeu.ru)

**Key words:** drying cylinder, temperature, heat transfer, thermal insulation, end caps, circulating grease.

**Abstract.** The circulating lubrication system of drying cylinders has a branched spatial structure with a heat exchanger to reduce the temperature. With the reduction of heat losses during contact drying of paper will decrease the temperature of the distribution and discharge tubes. For this purpose it is necessary to install thermal insulation of end caps of drying cylinders.

Схема станции системы циркуляционной смазки подшипников сушильной части показана на рис. 1. Бак 1 системы смазки служит резервуаром масла. Он имеет трубопровод 2 возвратной циркуляции масла от коллектора-сборника, два трубопровода 3 отбора масла насосами 4. В верхней части бака под трубопроводом 2 установлена коробчатая фильтр-сетка 3 грубой очистки масла. Масляные насосы 4 служат для подачи масла к подшипниковым опорам цилиндров и валов сушильной части. Насосы установлены в схеме циркуляции масла параллельно. Один из насосов работает, второй находится в резерве.

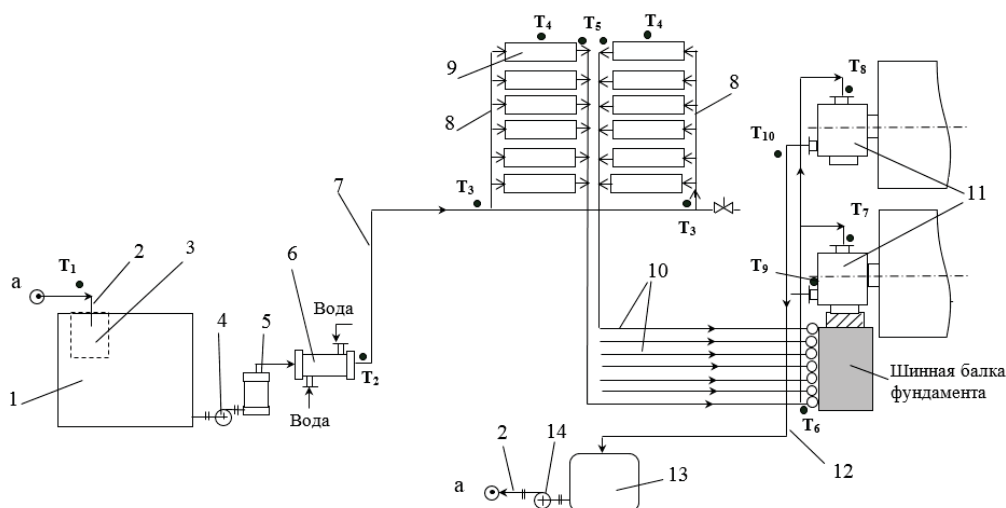


Рис. 1. Схема станции системы циркуляционной смазки подшипников сушильной части:  $T_1, T_2, \dots, T_{10}$  – точки измерения температуры; 1 – бак; 2 – трубопровод возвратной циркуляции масла; 3 – фильтр-сетка; 4 – насос масла; 5 – фильтр; 6 – теплообменник; 7 – трубопровод подачи масла к коллектору; 8 – коллектор ротаметров; 9 – блок ротаметров; 10 – распределительные трубки; 11 – подшипниковые опоры; 12 – трубопровод подачи масла в коллектор-сборник; 13 – коллектор-сборник; 14 – насос возвратной циркуляции

Работающий насос обеспечивает производительность, преодолевает местные сопротивления аппаратов, заборных устройств, отводов трубопроводов, гидравлические сопротивления труб и создает напор масла на входе в корпуса подшипников. Масло из насоса 4 поступает в напорный фильтр 5, где происходит тонкая очистка при давлении 0,2 МПа. Очищенное масло после фильтра поступает в водяной противоточный теплообменник 6, в котором температуру масла увеличивают до 45...50 °С.

От теплообменника по трубопроводу 7 масло перекачивают к двум коллекторам ротаметров 8. В каждом коллекторе ротаметров общий поток масла распределяют между блоками ротаметров. Каждый блок содержит десять ротаметров. Ротаметры имеют индивидуальную регулировку расхода масла. От каждого ротаметра заданный расход масла по распределительным трубкам 10 поступает в корпус подшипниковых опор 11. В подшипниковых опорах масло, опускаясь сверху вниз, разбрызгивается вращающимися частями подшипника, смазывает и охлаждает подшипник. Из нижней части корпуса подшипника масло самотеком поступает по трубопроводу 12 в коллектор-сборник 13. Из коллектора-сборника масло насосом 14 по трубопроводу возвратной циркуляции 2 перекачивают в бак 1 станции.

Система циркуляционной смазки имеет разветвленную пространственную конструкцию. Основное технологическое оборудование системы циркуляционной смазки компактно расположено в четырех точках. Бак, масляные насосы и оборудование очистки расположены ниже нулевой отметки в холодной части здания за стеной зала БМ с приводной стороны. Температурный режим места расположения, способствует охлаждению масла.

Два коллектора ротаметров для приводной и лицевой сторон расположены в зале БМ с приводной и лицевой сторон сушильной части. Коллекторы ротаметров имеют воздушное охлаждение для снижения нагрева от температуры атмосферы зала. Коллектор-сборник и масляный насос установлены в приямке зала БМ.

Разветвленную схему расположения имеют распределительные трубки и трубопроводы, смонтированные на продольных балках фундаментных шин и станинах сушильной части, расположенных в зоне теплоизоляционного колпака. Трубки и трубопроводы подвержены нагреву от атмосферы в зоне теплоизоляционного колпака и от поверхности станин, к которым они присоединены.

Обобщенный график температурного режима составных частей трубопровода подвода масла к подшипниковым опорам цилиндров и валов сушильной части показан на рис. 2.

Из графика видно, что на участках 6-7 (рис. 2,а), 6-8 графика температура распределительных трубок, а, следовательно, и масла возрастает на 43%, (подшипниковые опоры сушильных цилиндров нижнего и верхнего ряда на 50%).

Точки 9 и 10 имеют температуру выше на 6% и 13% по сравнению с точками 7 и 8 соответственно. Возрастание температуры масла на этом участке происходит за счет отвода тепла от подшипников.

Возрастание температур на участках трубопроводов между точкой 6 и точками 9 и 10 характерно для систем смазки подшипников многоцилиндровых сушильных частей. Для снижения температуры масла, подаваемого в корпуса подшипников, обычно охлаждают масло в теплообменнике до 35...40 °С.

Снижение температуры распределительных и отводных трубок происходит также при сокращении тепловых потерь при контактной сушке бумаги. Тепловые потери происходят от поверхности сушильных цилиндров, соприкасающихся с воздухом.

Поверхность сушильного цилиндра определяем по формуле:

$$F = F_{\phi} + F_{\kappa} = \pi DL + \frac{\pi D^2}{2} = \pi \cdot 1,5 \cdot 2,58 + \frac{\pi \cdot 1,5^2}{2} = 15,17 \text{ м}^2, \quad (1)$$

где  $F_{\phi}$  – боковая поверхность цилиндра, м<sup>2</sup>;

$F_{\kappa}$  – боковая поверхность торцовых крышек, м<sup>2</sup>;

$L = 2,58$  м – ширина бумаги на накате;

$D = 1,5$  м – диаметр цилиндра.

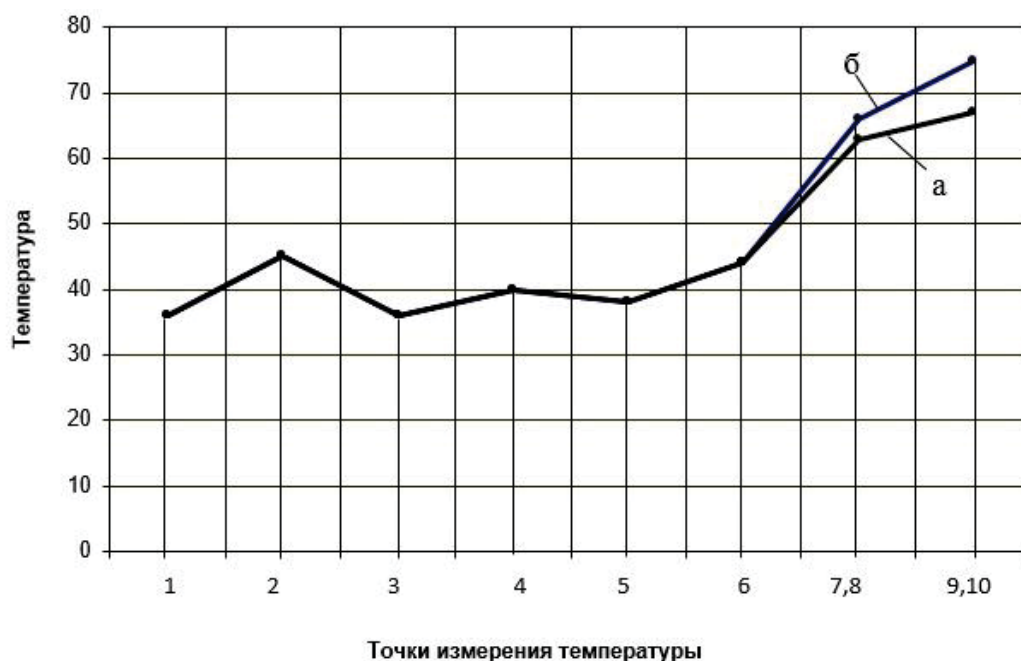


Рис. 2. Графики точек измерения температуры системы подвода масла к подшипникам сушильных цилиндров лицевой стороны 1-й группы по пару нижнего ряда (а) и верхнего ряда (б): 1 – вход в бак; 2 – выход из теплообменника; 3,5 – вход и выход из коллектора ротаметров; 4 – корпус блока ротаметров; 6 – распределительные трубы на фундаментной балке; 7,8 – распределительные трубы на входе в корпуса нижнего и верхнего сушильного цилиндров подшипников, соответственно; 9,10 – отводные трубы на выходе из корпусов нижнего и верхнего сушильного цилиндров подшипников

Поверхность типового сушильного цилиндра  $D=1500$  мм и  $L=2,58$  м, соприкасающегося с воздухом, определяем по формуле [1,2]:

$$F_g = \frac{1-\beta}{\beta} F = \frac{1-0,65}{0,65} \cdot 15,7 = 8,45 \text{ м}^2, \quad (2)$$

где  $\beta = 0,65$  – коэффициент использования поверхности сушильного цилиндра при контактной сушке.

Определяем количества тепла, предаваемого воздуху сушильными цилиндрами для типовой БДМ, вырабатываемой 2000 кг абсолютно сухой бумаги в час [1]. Многоцилиндровая сушильная часть содержит 30 сушильных цилиндров.

Количества тепла, передаваемое воздуху через поверхность сушильных цилиндров  $F_g$  машины  $Q_g=15778,8$  Дж [1].

Количества тепла, передаваемого воздуху через торцевые крышки, определим по формуле:

$$Q_k = \frac{Q_g \cdot F_k}{F_g} = \frac{15778,8}{8,45} = 1867,3, \text{ Дж.} \quad (3)$$

Относительное количества тепла, передаваемого воздуху через торцевые крышки:

$$\Delta Q = \frac{Q_k}{Q_g} = \frac{1867,3}{15778,8} = 0,12 \text{ или } 12\% \quad (4)$$

Коэффициент теплопередачи  $k$  поверхности сушильного цилиндра можно уменьшить теплоизоляцией асбестовым материалом в 2,7 раза, минеральной ватой в 4 раза. Сокращение тепловых потерь при теплоизоляции торцовых крышек пропорционально сокращению поверхности контакта не теплоизолированных крышек с воздухом.

Снижение тепловых потерь от сушильных цилиндров при установке теплоизоляции торцовых крышек определим по формуле:

$$Q_{\kappa c} = \frac{Q_k}{k} = \frac{1867,3}{k} = (466,8...691,6), \text{ Дж} \quad (5)$$

где  $k = 4; 2,7$  – коэффициент снижения теплопередачи после установки теплоизоляции.

После установки теплоизоляции торцовых крышек сушильного цилиндра:

$$\Delta Q_{\kappa c} = \frac{Q_k - Q_{\kappa c}}{Q_k} \cdot 100 = \frac{1867,3 - Q_{\kappa c}}{1867,3} = (75...63)\% \quad (6)$$

Отметим, что теплоизоляция торцовых крышек всех сушильных цилиндров не только снизит температуру масла в системе циркуляционной смазки на входе в подшипниковые опоры, но и сократит расход пара, подаваемого в сушильные цилиндры.

## Список литературы

1. Бушмелев В. А. Процессы и аппараты целлюлозно-бумажного производства : [Учебник для техникумов целлюлозно-бум. пром-сти] / В. А. Бушмелев, Н. С. Вольман. - 2-е изд., испр. и доп. – М.: Лесная пром-сть, 1969. - 408 с.

2. Жучков П.А. Тепловые процессы в целлюлозно - бумажном производстве / П. А. Жучков. - М.: Лесная пром-сть, 1978. - 408 с.

---

УДК 676.022.62

## ВЛИЯНИЕ МАССЫ И АГРЕГАТНОГО СОСТОЯНИЯ СЫРЬЯ НА СОБСТВЕННЫЕ ЧАСТОТЫ КОЛЕБАНИЙ ВАРОЧНОГО КОТЛА

**Сиваков Валерий Павлович,**

**д-р техн. наук, профессор,**

**ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,**

**г. Екатеринбург, E-mail: [sivakov@usfeu.ru](mailto:sivakov@usfeu.ru)**

**Степанова Евгения Николаевна,**

**аспирант ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,**

**г. Екатеринбург, E-mail: [stepanova\\_usfeu@bk.ru](mailto:stepanova_usfeu@bk.ru)**

**Ключевые слова:** целлюлозно-бумажная промышленность, варка целлюлозы, варочный котел, масса сырья.

**Аннотация.** В статье рассмотрены динамические характеристики варочного котла, которые изменяются в широких пределах в зависимости от массы и агрегатного состояния сырья.